

**Artificial joint, in particular endoprosthesis for replacing natural joints**Patent Number:  US6120543

Publication date: 2000-09-19

Inventor(s): NAEGERL HANS (DE); KUBEIN-MEESENBURG DIETER (DE)

Applicant(s): JOACHIM THEUSNER (DE)

Requested Patent:  DE19521597

Application Number: US19980981028 19980217

Priority Number(s): DE19951021597 19950614; WO1996EP02566 19960614

IPC Classification: A61F2/38; A61F2/30

EC Classification: A61F2/38

Equivalents:  EP0831758 (WO9700053), B1,  WO9700053**Abstract**

PCT No. PCT/EP96/02566 Sec. 371 Date Feb. 17, 1998 Sec. 102(e) Date Feb. 17, 1998 PCT Filed Jun. 14, 1996 PCT Pub. No. WO97/00053 PCT Pub. Date Jan. 3, 1997 The present invention concerns an artificial joint, in particular an endoprosthesis to replace natural joints, consisting of at least two artificial joint parts with curved articulation surfaces, wherein, on each of the articulation surfaces, a contact line (k) in the shape of the arc of a circle is formed, which is a section of a contact circle with a center (M), lying in a plane. The articulation surfaces are arranged as a pair with respect to one another in such a manner that the contact lines (k) can roll onto one another, and vertical to the plane of the contact circles, are intersected at an intersection point (S) by axes (m) passing through their center (M). Ruled surfaces (3,4), formed from a large number of straight paths of contact (s), are partially formed on the contact lines (k), wherein the paths of contact lie on momentary connecting lines (s) of contact points (K), momentarily appearing during the rolling movement, with the momentary intersection points (S), which are produced by a swivel movement of the contact lines (k) with an angular velocity (OMEGA) around a common tangent (t) of the contact lines (k) through the momentary contact points (K).

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(10) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 195 21 597 A1

(51) Int. Cl. 6:  
**A61F 2/30**  
A 61 F 2/38  
// A61F 2/42

DE 195 21 597 A1

(21) Aktenzeichen: 195 21 597.4  
(22) Anmeldetag: 14. 6. 95  
(23) Offenlegungstag: 19. 12. 96

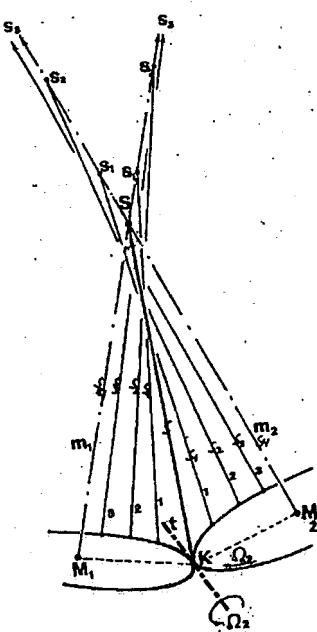
(11) Anmelder:  
Kubein-Meisenburg, Dietmar, Prof. Dr., 37547  
Kreiensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 37130 Gleichen,  
DE; Theusner, Joachim, Dr., 80539 München, DE

(14) Vertreter:  
Patentanwälte Dr. Solf & Zapf, 42103 Wuppertal

(22) Erfinder:  
Kubein-Meisenburg, Dietmar, Prof. Dr., 37547  
Kreiensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 37130 Gleichen, DE

(54) Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine kreisbogenförmige Kontaktlinie (k) ausgebildet ist, die jeweils ein Teillabschnitt eines in einer Ebene liegenden Kontaktkreises mit einem Mittelpunkt (M) ist. Die Artikulationsflächen sind derart als Paar zueinander angeordnet, daß die Kontaktlinien (k) aufeinander abrollen können sowie senkrecht zu der Ebene der Kontaktkreise durch deren Mittelpunkt (M) verlaufende Achsen (m) sich in einem Schnittpunkt (S) schneiden. Einseitig an die Kontaktlinien (k) sind aus einer Vielzahl von geraden Berührungslien (s) gebildete Regelflächen (3, 4) angeformt, wobei die Berührungslien auf momentanen Verbindungslien (s) der während der Abrollbewegung auftretenden momentanen Kontaktpunkten (K) mit den momentanen Schnittpunkten (S) liegen, welche sich durch eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien (k) mit einer Winkelgeschwindigkeit ( $\Omega$ ) um eine gemeinsame Tangente (t) der Kontaktlinien (k) durch die momentanen Kontaktpunkte (K) ergeben.



DE 195 21 597 A1

## DE 195 21 597 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk, insbesondere eine Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit jeweils gekrümmten Artikulationsflächen, auf denen die Gelenkteile relativ zueinander artikulieren.

Ein derartiges künstliches Gelenk ist aus der deutschen Patentanmeldung P 42 02 717.9 bekannt. Hierbei besitzen die Gelenkflächen in zueinander senkrechten Ebenen, und zwar einer Längsebene und einer Querebene, unterschiedliche kreisförmige Schnittkonturen, wobei die Krümmungsverhältnisse der Artikulationsflächen in jeder der Ebenen konvexkonvex, konvex-konkav oder konkav-konkav sind, und die Gelenkgeometrie der Artikulationsflächen zueinander in jeder der beiden Ebenen durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen (dimere Gelenkkette) bestimmt ist, die durch die Rotationszentren der Artikulationsflächen der jeweils zugehörigen Schnittkonturen verlaufen. Da die Artikulationsflächen dieses künstlichen Gelenks konvex-konkav, konkav-konkav bzw. konvex-konvex ausgebildet sind, entstehen im wesentlichen punktförmige Kraftübertragungsbereiche, wodurch erhöhte Flächenpressungen auf den Artikulationsflächen entstehen, die zu einem Materialabrieb führen können. Hierdurch kann die Lebensdauer dieser künstlichen Gelenke verkürzt werden. Um eine Verbesserung der Kraftübertragung zwischen den Artikulationsflächen der Gelenkteile zu erreichen, ist bei dem bekannten Gelenk vorgeschlagen, zwischen diesen jeweils einen Druckverteilungskörper anzutragen, mit dem eine bessere und gleichmäßige Kraftverteilung erreicht wird. Durch diesen Druckverteilungskörper erhöht sich jedoch die Anzahl der erforderlichen Gelenkteile des künstlichen Gelenks.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein künstliches Gelenk zu schaffen, bei dem punktuelle Kraftübertragungsbereiche vermieden werden und bei dem der Einbau von Druckverteilungskörpern nicht erforderlich ist, und das gleichzeitig eine optimale Anpassung an die Gegebenheiten des menschlichen Körpers im Einsatz als Endoprothese für ein natürliches menschliches Gelenk ermöglicht.

Erfnungsgemäß wird dies mit einem künstlichen Gelenk erreicht, das aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen besteht, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine kreisbogenförmige Kontaktlinie ausgebildet ist, die jeweils ein Teilabschnitt eines in einer Ebene liegenden Kontaktkreises mit einem Mittelpunkt M ist, wobei die Artikulationsflächen derart als Paar zueinander angeordnet sind, daß die Kontaktlinien aufeinander abrollen können sowie senkrecht zu der Ebene der Kontaktkreise durch deren Mittelpunkt verlaufende Achsen sich in einem Schnittpunkt S schneiden, sowie einseitig an die Kontaktlinien aus einer Vielzahl von geraden Berührungslien gebildete Regelflächen (ruled surfaces) angeformt sind, wobei die Berührungslien auf momentanen Verbindungslien der während der Abrollbewegung auftretenden momentanen Kontaktpunkte mit den momentanen Schnittpunkten liegen, welche sich durch eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien mit einer Winkelgeschwindigkeit  $\Omega$  um eine gemeinsame Tangente der Kontaktlinien durch die momentanen Kontaktpunkte ergeben. Erfnungsgemäß wird demnach ein räumliches Getriebesystem gebildet. Hierbei wird der einzelnen Gelenkoberfläche jedes Gelenkteils (Gliedmaße) eine Kontaktlinie zugeordnet, wobei sich diese Kontaktlinien immer berühren und eine gemeinsame Kontakt tangente besitzen. Während der Artikulation der Gelenkteile kann sich hierbei die Neigung der auf den Kontaktkreisen liegenden Kontaktlinien zueinander verändern, wobei sie eine Rotation um die im Kontaktpunkt jeweils verlaufende gemeinsame Kontaktangente durchführen, wobei dann die Kontaktkreis-Achsen eine varierende sphärische Anordnung zueinander zeigen. Da erfungsgemäß im Bereich der Regelflächen gerade Berührungslien zwischen den artikulierenden Regelflächen vorhanden sind, wobei diese Berührungslien vom Kontaktpunkt der Kontaktlinien ausgehen, entsteht neben den Kontaktlinien ein Bereich der direkten Kraftübertragung, wobei linienförmige Kraftübertragungsbereiche durch die Berührungslien vorhanden sind. Somit wird eine punktuelle Kraftübertragung vermieden, wodurch die Materialbelastung im Bereich der Regelflächen wesentlich gegenüber bekannten Gelenken verringert wird. Hierdurch ist es möglich, auch Materialien verwenden zu können, die geringer belastbar sind. Kinematisch besitzt das erfungsgemäß Gelenk, das durch die Berührung der Regelflächen miteinander entsteht, vier Freiheitsgrade. Denn bei fest stehender Regelfläche eines Gelenkteils kann die andere Regelfläche entlang der gegenseitigen Berührungslien gleiten (erster Freiheitsgrad), es kann von einer Berührungsline zur anderen Berührungsline gleiten (zweiter Freiheitsgrad), es kann von einer Berührungsline zur anderen Berührungsline rollen (dritter Freiheitsgrad) und es kann um einen Punkt auf der momentan gemeinsamen Berührungsline rotieren (vierter Freiheitsgrad). Das erfungsgemäß künstliche Gelenk ist besonders für ein endoprothetisches Kniegelenk, aber auch in der Grundkonzeption für die Artikulationsflächen des menschlichen Ellerbogengelenks oder des menschlichen oberen Sprunggelenks geeignet. Insbesondere wenn zwei der erfungsgemäß, paarweise angeordneten Gelenkteile parallel zu einem Gelenk verbunden sind, z. B. zur Schaffung eines menschlichen Kniegelenkes, wird ein ebener oder sphärischer Zwangslauf der über das Gelenk gekoppelten Gliedmaße zueinander erreicht.

Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten. Anhand der in den beiliegenden Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nunmehr näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Zuordnung von auf Kontaktkreisen liegenden Kontaktlinien mit gemeinsamer Kontaktangente,

Fig. 2 eine Ansicht gemäß Fig. 1 in der zu den Ebenen der Kontaktkreise senkrechten Ebene,

Fig. 3 eine Ansicht gemäß Fig. 1 bei Abrollen der Kontaktlinien unter Berücksichtigung einer Schwenkbewegung um die jeweilige Tangente t mit entstehenden Gelenkflächen,

Fig. 4 und 5 Prinzipdarstellungen gemäß Fig. 1 und 2 bei einer alternativen Zuordnung der Kontaktkreise mit zugehörigen Kontaktlinien,

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung der erfungsgemäß Artikulationsflächen,

Fig. 7 eine Ansicht eines erfungsgemäß künstlichen Gelenks als Endoprothese für das menschliche Kniegelenk und

## DE 195 21 597 A1

**Fig. 8 ein Kniegelenk für Vierbeiner.**

In der in Fig. 1 dargestellten Prinzipzeichnung sind jeweils eine Kontaktlinie  $k_1$  und eine Kontaktlinie  $k_2$  dargestellt. Diese Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  sind Teilabschnitte von Kontaktkreisen mit den Mittelpunkten  $M_1$  und dem Radius  $R_1$  bzw. dem Mittelpunkt  $M_2$  und dem Radius  $R_2$ . Diese Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  sind auf in dieser Zeichnung nicht dargestellten Artikulationsflächen eines Gelenkkörpers 1 und eines Gelenkkörpers 2 ausgebildet, wobei der Gelenkkörper 1 beispielsweise ein Gelenkkopf/Gelenkpfanne sein kann und der Gelenkkörper 2 beispielsweise eine Gelenkpfanne-/Gelenkkopf. Somit ist die Kontaktlinie  $k_1$  einem Gelenkkörper 1 und die Kontaktlinie  $k_2$  einem Gelenkkörper 2 zugeordnet. Wie Fig. 1 zu entnehmen ist, berühren sich die beiden Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  in einem Kontaktpunkt K, wenn die beiden Gelenkteile, d. h. die Gelenkkörper 1 und 2 zu einem Gelenk paarweise angeordnet sind. Durch den Kontaktpunkt K verläuft eine den beiden Kontaktlinien im Kontaktpunkt K gemeinsame Tangente t. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, verlaufen durch die Mittelpunkte  $M_1$  und  $M_2$  jeweils, senkrecht zur Ebene der Kontaktkreise, Achsen  $m_1$  und  $m_2$ , die sich in einem Schnittpunkt S schneiden. Dies ergibt sich aufgrund der Anordnung der Ebenen der Kontaktkreise derart, daß zwischen diesen Kontaktkreisen ein stumpfer Winkel ausgebildet ist. Im Falle, daß der zwischen den Ebenen der Kontaktkreise liegende Winkel  $180^\circ$  beträgt, schneiden sich die Achsen  $m_1$  und  $m_2$  im Unendlichen. Eine Verbindungslinie zwischen dem Kontaktpunkt K und dem Schnittpunkt S ist mit s gekennzeichnet. Mit dem Pfeil  $\Omega_1$  ist der Bewegungsvektor einer momentanen Winkelgeschwindigkeit um eine momentane Achse r angegeben, die mit der Verbindungslinie zwischen dem Kreismittelpunkt  $M_1$  und dem momentanen Kontaktpunkt  $k_1$  übereinstimmt. Mit dem Pfeil  $\Omega_2$  ist der Bewegungsvektor einer Schwenkbewegung angegeben um die Tangente t. Weiterhin ist in Fig. 2 ein Winkel  $\beta$  eingezeichnet, der der Komplementärwinkel zu dem zwischen den beiden Ebenen der Kontaktlinien eingeschlossenen Winkel ist. Der Bewegungsvektor  $\Omega_2$  gibt somit an, daß die Kontaktlinien aufeinander abrollen können und der Bewegungsvektor  $\Omega_2$  gibt an, daß dieser Abrollbewegung eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien um die Tangente überlagert sein kann, wobei die Winkelgeschwindigkeit dieser Schwenkbewegung die Änderungsgeschwindigkeit des Winkels  $\beta$  ( $\Omega_2 = d\beta/dt$ ) ist.

In Fig. 3 ist dargestellt, wie sich der Schnittpunkt S gemäß Fig. 2 und die Verbindungslinie s bei einer Abrollbewegung der Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  unter gleichzeitiger Durchführung einer Schwenkbewegung um die Tangente t verlagern. Gemäß Fig. 3 wird nun in jeder momentanen Stellung der Kontaktlinie  $k_2$  der Schnittpunkt S der Achsen  $m_1$  und  $m_2$  bestimmt. Da die Kontaktlinie  $k_2$  schwenkt, wandert der Schnittpunkt S mit der Bewegung sowohl entlang der Achse  $m_1$  als auch der Achse  $m_2$ . In jeder Stellung wird der Schnittpunkt S mit dem momentanen Kontaktpunkt K verbunden. Die zugehörige Linie s ist die momentane Berührungsleitung der beiden Artikulationsflächen, wobei durch die Gesamtheit der Berührungsleitungen s (Summe der Linien  $s_1, s_2, s_3 \dots$ ) zum bewegten und zum nicht bewegten Kontaktkreis bzw. zu den bewegten und nicht bewegten Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  die Regelflächen 3 und 4 gebildet werden, die einseitig sich an die Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  jeweils anschließen. Hierbei handelt es sich um gerade Berührungsleitungen s, die die Bereiche linienförmiger Kraftübertragung zwischen den gebildeten Regelflächen 3 und 4 während der gegenseitigen Artikulation darstellen.

Für die Herstellung der Regelflächen 3 und 4 mittels beispielsweise einer programmgesteuerten Fräsmaschine können folgende mathematische Bedingungen eingegeben werden:

Die beiden Winkelgeschwindigkeiten  $\Omega_1$  und  $\Omega_2$  sind Vektoren, deren Richtungen mit den Richtungen der momentanen Achsen r bzw. t übereinstimmen. In Vektorschreibweise heißt das:

$$\underline{\Omega}_1 = \Omega_{10} (\underline{e}_x \cdot \cos \alpha + \underline{e}_y \cdot \sin \alpha) \text{ und } \underline{\Omega}_2 = \Omega_{20} (\underline{e}_x \cdot \sin \alpha - \underline{e}_y \cdot \cos \alpha), \text{ da } \underline{\Omega}_1 \text{ und } \underline{\Omega}_2$$

aufeinander senkrecht stehen.

$\underline{e}_x$  = der Einheitsvektor in x-Richtung und  $\underline{e}_y$  = der Einheitsvektor in y-Richtung des ortsfesten Koordinatensystems, in dem der Kreis  $k_1$  ruht.

Es sollen noch folgende Bedingungen eingeführt werden:

$$\Omega_{10} = \Omega_0 \cos(\alpha + \delta) \text{ und } \Omega_{20} = \Omega_0 \sin(\alpha + \delta),$$

was gleichbedeutend ist mit der Relation

$$\Omega_{10}/\Omega_{20} = \operatorname{ctg}(\alpha + \delta).$$

Die Einführung dieser Bedingung ist möglich, da die momentane Rotation um die Achse t prinzipiell unabhängig von der momentanen Rotation um die Achse r erfolgen kann.

Die resultierende momentane Winkelgeschwindigkeitskomponente  $\Omega$  (parallel zur y-x-Ebene) der Kreisscheibe  $k_2$  setzt sich durch Vektoraddition der Winkelgeschwindigkeiten  $\underline{\Omega}_1$  und  $\underline{\Omega}_2$  zusammen.

Dadurch gilt für  $\Omega$ :

$$\underline{\Omega} = \Omega_0 (\underline{e}_x \cdot \cos \delta + \underline{e}_y \sin \delta),$$

was bedeutet, daß  $\underline{\Omega}$  eine konstante Richtung in der y-x-Ebene aufweist.  $\Omega_0$  kann frei gewählt werden.  $\Omega_0$  gibt vor, wie schnell sich der Winkel  $\alpha$  ändert.

Durch Wahl der Größen:

Anfangswert von  $\beta$ ,

Phasenwinkel  $\delta$  und

der Radien  $R_1$  und  $R_2$  der Kreise  $k_1$  und  $k_2$  wird die Gesamtheit der möglichen Regelflächenpaare eingestellt.

In Fig. 6 ist dargestellt, und zwar in perspektivischer Ansicht, wie die Artikulationsflächen eines Gelenkkör-

## DE 195 21 597 A1

pers 1 und eines Gelenkkörpers 2 mittels der Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  und der aus Vielzahl der Berührungslien s gebildeten Regelflächen 3 und 4 ausgebildet sein können.

In den Fig. 4 und 5 sind gleiche Funktionselemente und -teile mit denselben Bezugsziffern wie in den Fig. 1 bis 3 dargestellt, wobei jedoch eine alternative Anordnung der Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  gewählt ist. Hierbei sind die die Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  aufweisenden Kontaktkreise derart zueinander angeordnet, daß sie zwischen sich einen spitzen Winkel einschließen. Dies bedeutet, daß sich die beiden Kontaktlinien  $k_1$  und  $k_2$  nicht von außen, d. h. in einer konvex-konvexen Lage berühren, sondern von innen, d. h. in einer Lage einer Konkavität mit einer Konvexität, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel der Kontaktkreis  $K_1$  die Konkavität bildet und der Kontaktkreis  $K_2$  die Konvexität.

- 10 Wie sich weiterhin aus Fig. 6 ergibt, besteht eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung darin, daß auf der zu den Regelflächen 3 und 4 gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien  $k_1$ ,  $k_2$  die Berührungslien s für die Kontaktlinien  $k_1$ ,  $k_1$  hinaus, vorteilhafterweise kreisbogenförmig, verlängert sind, so daß eine Wulst 5, 6 jeweils an den Gelenken 1, 2 ausgebildet wird. Dabei sind die Wulste 5, 6 derart geformt, daß sie sich bei der Artikulation der Gelenkkörper 1, 2 nicht berühren. Weiterhin sind die Wulste 5, 6 derart geformt, daß sie zwischen sich eine Querschnittsfläche jeweils einschließen über den gesamten Artikulationsbereich, die in ihrer Größe und Form in etwa konstant ist. Die Wulste 5, 6 bilden Bereiche der indirekten Kraftübertragung. In den Zwischenraum zwischen den Wulsten 5, 6 kann sich seitlich Gewebe einlagern, das beispielsweise eine ähnliche Funktion, wie die Menisken im natürlichen Kniegelenk ausüben kann. Da die Querschnittsfläche zwischen den Wulsten 5, 6 erfahrungsgemäß etwa konstant ist, ergibt sich keine Quetschung des sich einlagernden Gewebes.
- 15 20 Der Kreismittelpunkt der kreisbogenförmigen, die Wulstflächen bildenden Verlängerungen der Berührungslien s ist kleiner/gleich dem Radius der Kontaktkreise der Kontaktlinien.

Wie in Fig. 7 dargestellt ist, kann das dort dargestellte erfahrungsgemäß künstliche Gelenk als Endoprothese zum Ersatz des menschlichen Kniegelenkes (rechtes Knie in der Ansicht von vorne) aus der Parallelschaltung zweier erfahrungsgemäßer Gelenkkörperpaare 1, 2; 1', 2' gebildet werden. Hierbei sind die Regelflächen 3, 4; 3', 4' jedes Gelenkkörperpaars derart zu einer Mittelebene X-X angeordnet, daß sie auf der der Mittelebene X-X zugekehrten Seite angeordnet sind. Die Gelenkkörper 1, 2; 1', 2' sind hierbei derart angeordnet, daß der Gelenkkörper 1 und der Gelenkkörper 1' starr miteinander verbunden sind und gemeinsam den femuralen Gelenkkopf 8 bilden. Die Gelenkkörper 2 und der Gelenkkörper 2' sind ebenfalls starr miteinander verbunden und bilden gemeinsam den tibialen Gelenkkörper 9 (tibiale Gelenkpfanne) des erfahrungsgemäßen künstlichen Kniegelenks zum Ersatz des rechten Kniegelenks. Der femurale Gelenkkörper 1 und der tibiale Gelenkkörper 2 sind hierbei lateral angeordnet und der femurale Gelenkkörper 1' und der tibiale Gelenkkörper 2' sind medial angeordnet. Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Regelflächen 3, 4 bzw. 3', 4' zur Gelenkaußenseite hin nach unten, d. h. in Richtung tibial geneigt verlaufen, so daß eventuell auftretende Abriebpartikel hierdurch aus dem Gelenkkörpern nach außen abfließen können und durch diese dachförmige Zuordnung die Ab- bzw. Adduktions-Stabilität erhöht wird. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn die Flächen der Wulste 5, 6 bzw. 5', 6', d. h. die Flächen der indirekten Kraftübertragung, so gestellt sind, daß ein Herausfließen der Gelenk-Abriebpartikel weiterhin unterstützt wird.

Durch die erfahrungsgemäße Parallelschaltung wird erreicht, daß sich die am femuralen Gelenkkopf 8 bzw. an der tibialen Gelenkpfanne 9 befestigten Gliedmaßen in einer zugeordneten Funktionsebene linear bewegen. Hierbei bildet die Kontaktlinienanordnung  $K_1$ ,  $K_2$  des lateralen Gelenks eine gestreckte dimere Kette, und die Kontaktlinienanordnung  $K_1$ ',  $K_2$ ' des medialen Gelenks bildet eine überschlagene dimere Kette, siehe Fig. 4.

In Fig. 8 ist eine Ausbildung eines erfahrungsgemäßen Gelenks Kniegelenk eines Vierbeiners dargestellt. Hierbei ergibt sich eine Ausführung, wie in Fig. 7 erläutert. Jedoch besteht ein Unterschied zur Ausführung gemäß Fig. 7 darin, daß sowohl die Kontaktlinienanordnung  $K_1$ ,  $K_2$  als auch die Kontaktlinienanordnung  $K_1$ ',  $K_2$ ' jeweils eine gestreckte dimere Kette, siehe Fig. 3, bilden.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfaßt alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Mittel.

## Patentansprüche

- 50 1. Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine kreisbogenförmige Kontaktlinie (k) ausgebildet ist, die jeweils ein Teilabschnitt eines in einer Ebene liegenden Kontaktkreises mit einem Mittelpunkt (M) ist, wobei die Artikulationsflächen derart als Paar zueinander angeordnet sind, daß die Kontaktlinien (k) aufeinander abrollen können, sowie senkrecht zu der Ebene der Kontaktkreise durch deren Mittelpunkt (M) verlaufende Achsen (m) sich in einem Schnittpunkt (S) schneiden, sowie einseitig an die Kontaktlinien (k) aus einer Vielzahl von geraden Berührungslien (s) gebildete Regelflächen (3, 4) ausgeformt sind, wobei die Berührungslien auf momentanen Verbindungslinien (s) der während der Abrollbewegung auftretenden momentanen Kontaktpunkten (K) mit den momentanen Schnittpunkten (S) liegen, welche sich durch eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien (k) mit einer Winkelgeschwindigkeit ( $\Omega$ ) um eine gemeinsame Tangente (t) der Kontaktlinien (k) durch die momentanen Kontaktpunkte (K) ergeben.
- 55 60 65 2. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebenen der Kontaktkreise zwischen sich einen stumpfen oder einen spitzen Winkel einschließen.
3. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der den Regelflächen (3, 4) gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien (k) die Berührungslien (s) derart insbesondere in Kreisbögen verlängert sind, daß Wulste (5, 6) ausgebildet werden, wobei die einander gegenüberliegenden Wulste (5, 6) der zugehörigen Artikulationsflächen keinen Berührungs kontakt besitzen und die zwischen ihnen vorhan-

**DE 195 21 597 A1**

denen Querschnittsflächen im gesamten Artikulationsbereich in Größe und Form im wesentlichen konstant sind.

4. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die kraftübertragenden Regelflächen (3, 4) derart schräg angeordnet sind, daß ein stetiges Abfließen von Abriebpartikeln erfolgt.

5. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Gelenkteilpaare parallel zueinander angeordnet sind und gemeinsam eine Endoprothese für ein menschliches Knie bilden.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 195 21 597 A1

Int. Cl. 6:

A 61 F 2/30

Offenl. gungstag:

19. Dezember 1996

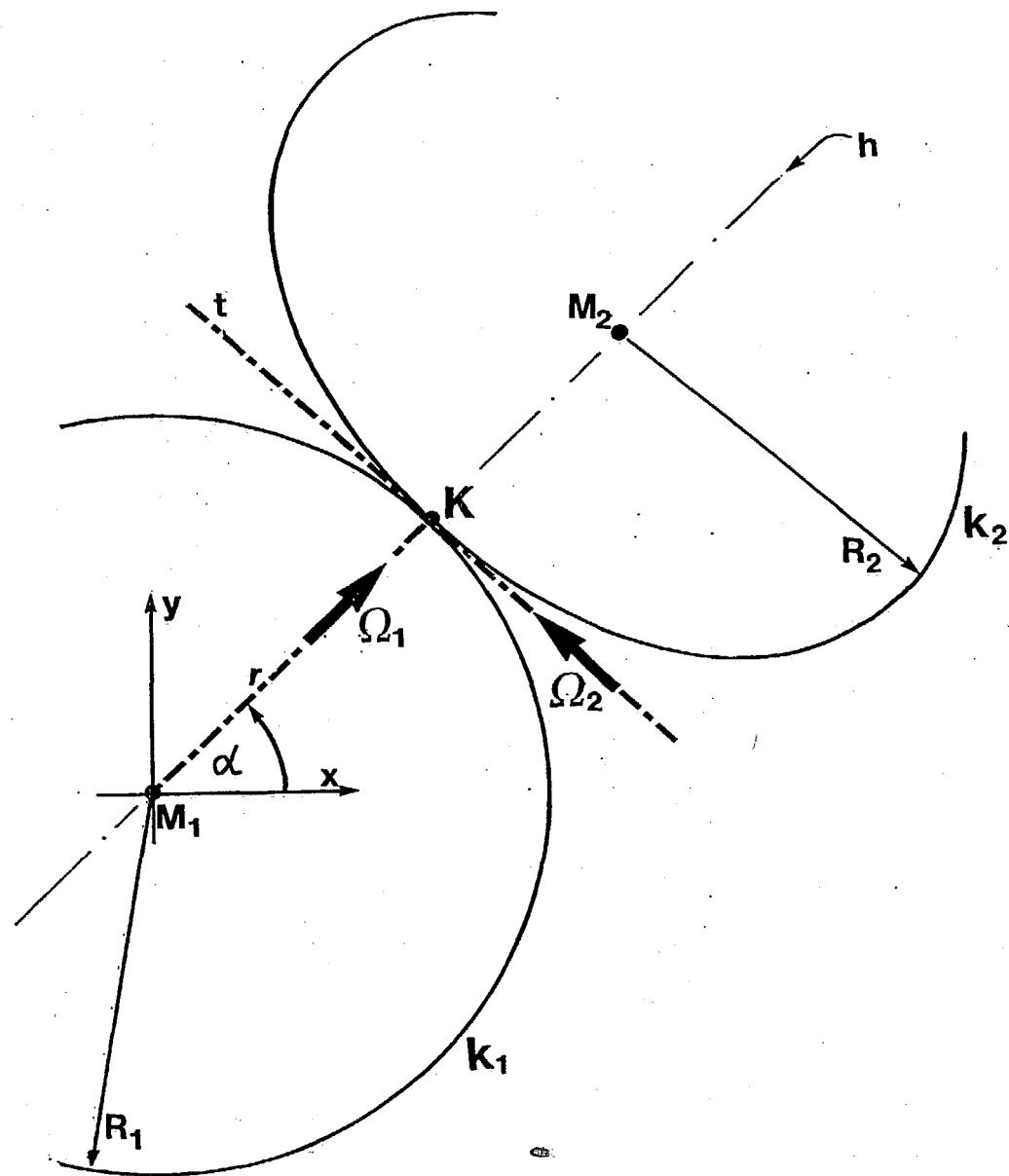


Fig 1

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:

Int. Cl. 6:

Offenlegungstag:

DE 195 21 597 A1

A 61 F 2/30

19. Dezember 1996

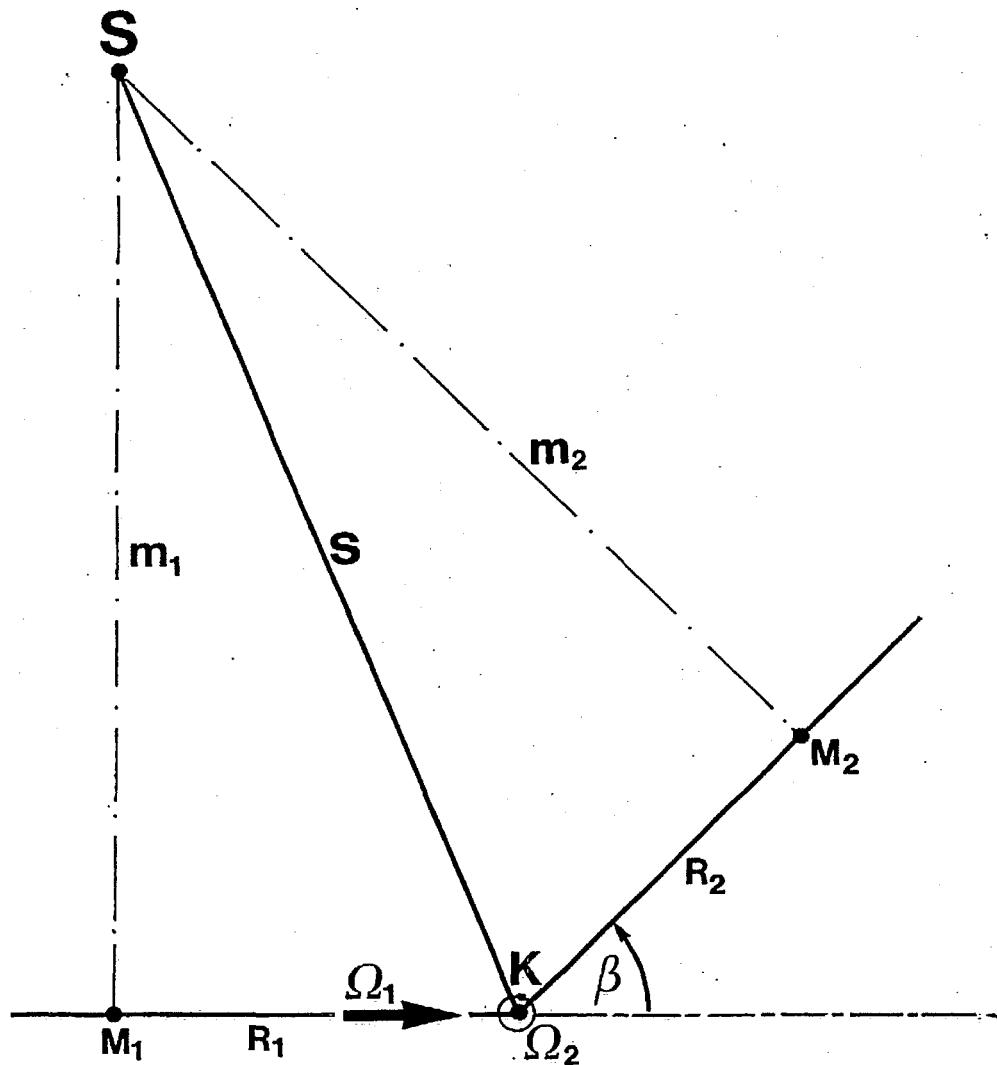


Fig. 2

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:

Int. Cl.<sup>6</sup>:

Offenlegungstag:

DE 195 21 597 A1

A 61 F 2/30

19. Dezember 1996

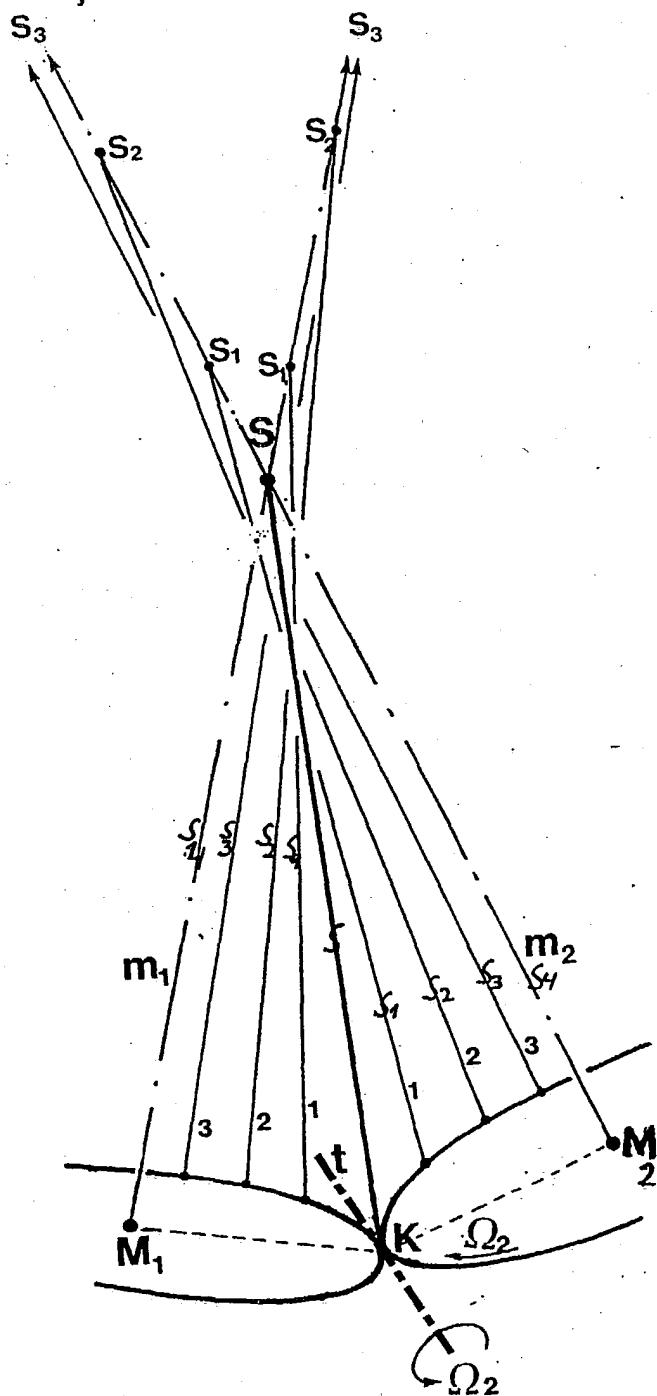


FIG. 3

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer: DE 195 21 597 A1  
Int. Cl.<sup>6</sup>: A 61 F 2/30  
Offenlegungstag: 19. Dezember 1996

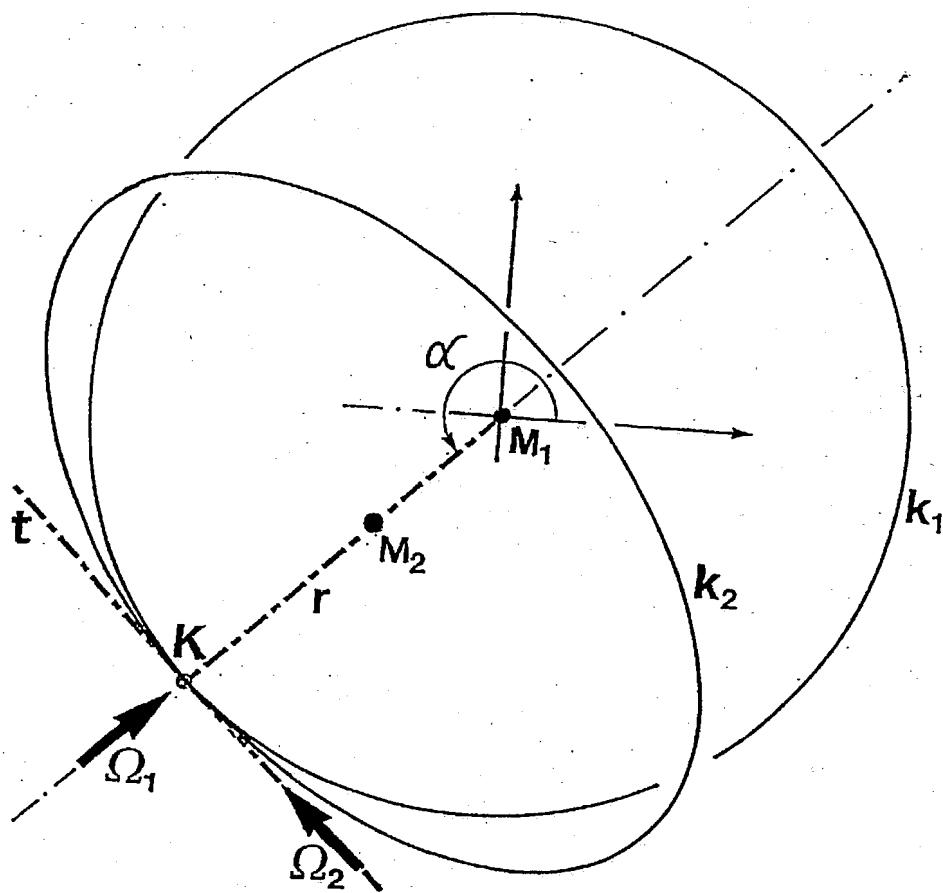


Fig. 4

ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:  
Int. Cl.<sup>6</sup>:  
Offenlegungstag:

DE 195 21 597 A1  
A 61 F 2/30  
19. Dezember 1996

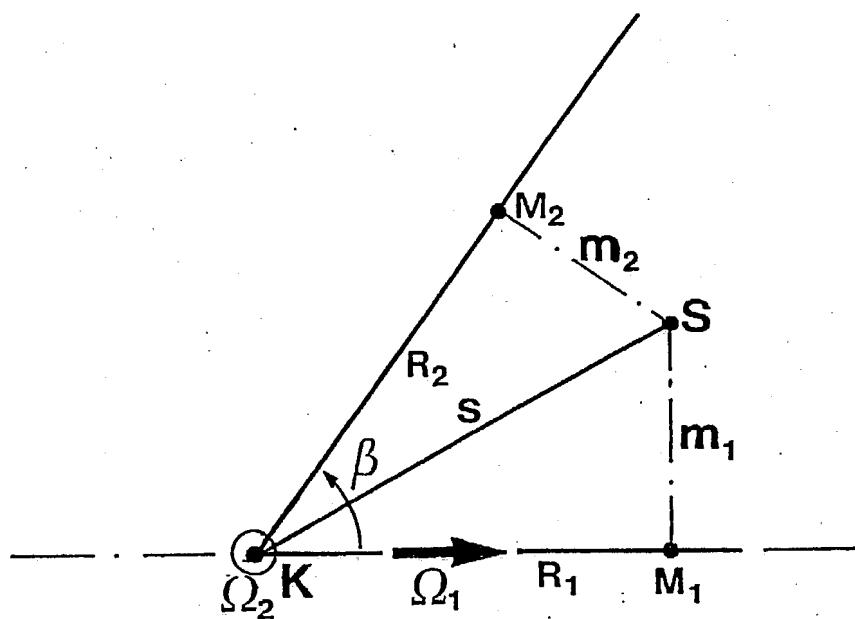


Fig. 5

## ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:

Int. Cl.<sup>6</sup>:

Offenlegungstag:

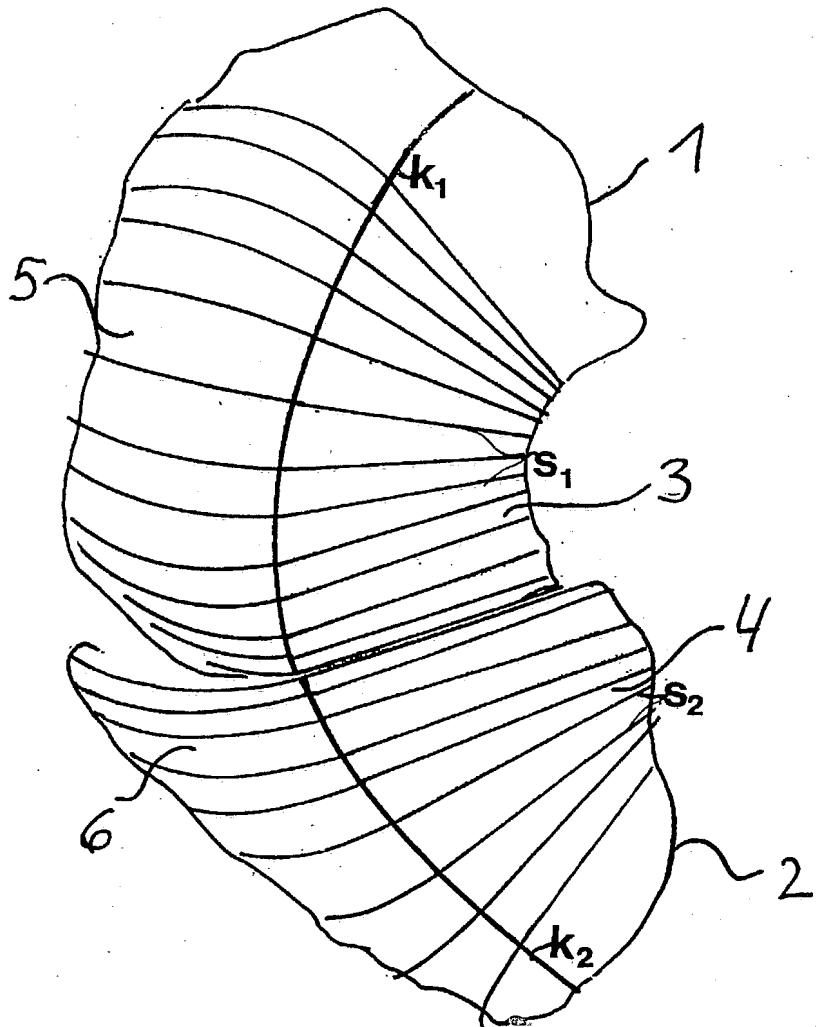
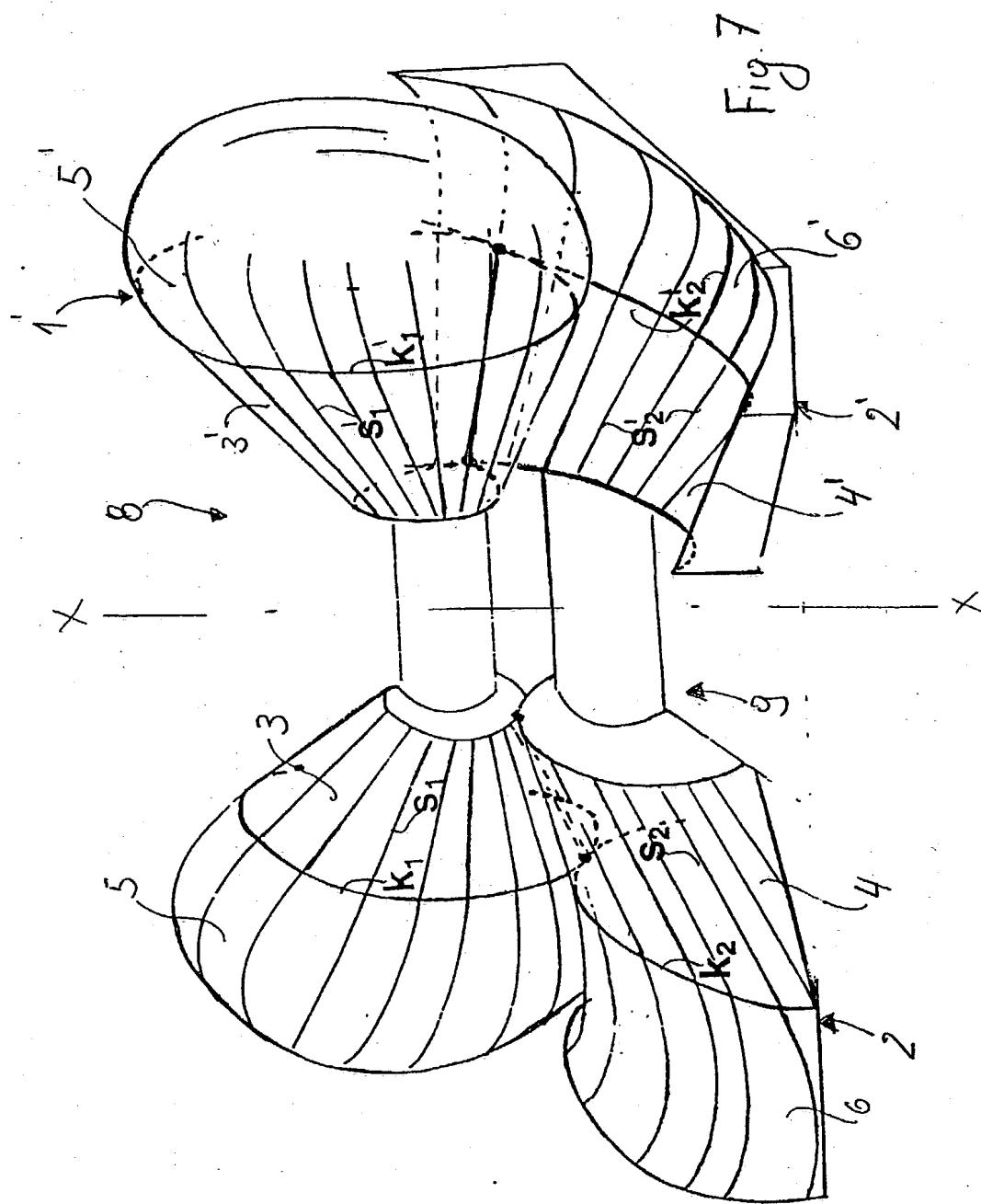
**DE 195 21 597 A1****A 61 F 2/30****19. Dezember 1996**

FIG. 6

## ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer: DE 195 21 597 A1  
Int. Cl. 6: A 61 F 2/30  
Offenlegungstag: 19. Dezember 1996



## ZEICHNUNGEN SEITE 8

Nummer:

DE 195 21 597 A1

Int. Cl. 6:

A 61 F 2/30

Offenlegungstag:

19. Dezember 1996

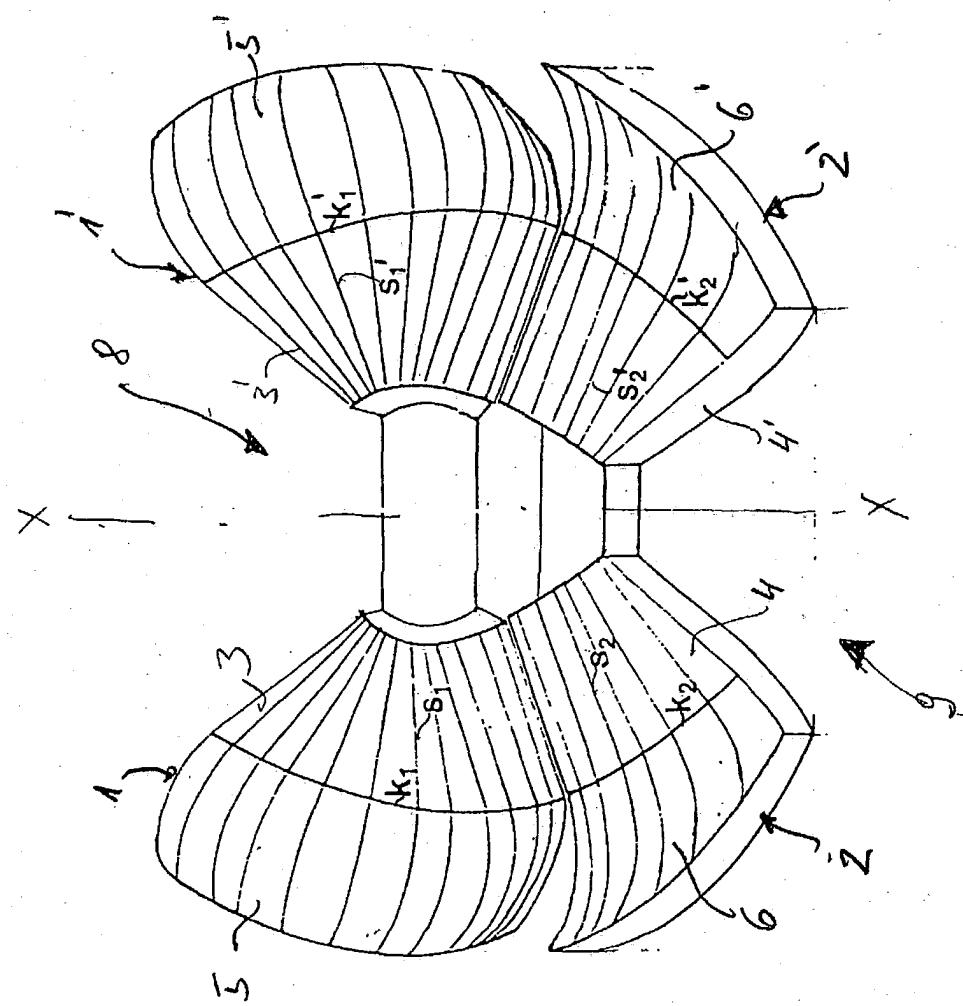


Fig. 8